

BestMasters

Peter Gross

Erdalkali- und Alkaliborosulfate

Darstellung und Charakterisierung



Springer Spektrum

BestMasters

Mit „BestMasters“ zeichnet Springer die besten Masterarbeiten aus, die an renommierten Hochschulen in Deutschland, Österreich und der Schweiz entstanden sind. Die mit Höchstnote ausgezeichneten Arbeiten wurden durch Gutachter zur Veröffentlichung empfohlen und behandeln aktuelle Themen aus unterschiedlichen Fachgebieten der Naturwissenschaften, Psychologie, Technik und Wirtschaftswissenschaften.

Die Reihe wendet sich an Praktiker und Wissenschaftler gleichermaßen und soll insbesondere auch Nachwuchswissenschaftlern Orientierung geben.

Peter Gross

Erdalkali- und Alkaliborosulfate

Darstellung und Charakterisierung

Mit einem Geleitwort von Prof. Dr. Henning Höppe



Springer Spektrum

Peter Gross
Augsburg, Deutschland

BestMasters

ISBN 978-3-658-14974-1

ISBN 978-3-658-14975-8 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-658-14975-8

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Spektrum

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2016

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Spektrum ist Teil von Springer Nature

Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

All creative work has two components: the first insight and then painstaking work, sometimes for years, whose goal is to make your insight available to other people.

Kirill Yuryevich Eskov,
The Last Ringbearer

Geleitwort

Meine Arbeitsgruppe, in der Peter Gross seine hier vorliegende Masterarbeit geschrieben hat, beschäftigt sich mit neuen Materialien im Themenkomplex Energieeffizienz. Einer unserer Schwerpunkte liegt hierbei auf der Erforschung neuer Leuchtstoffe für energiesparende optische Anwendungen wie weiße Leuchtdioden oder Spezial-UV-Lampen. Hierbei erschließen wir auch neue Verbindungsklassen, die später mit Übergangsmetallionen dotiert werden, deren Absorptions- und Lumineszenzverhalten sehr gut über die Wirtsstruktur steuerbar ist. In diesem Themenfeld ist die Masterarbeit von Peter Gross angesiedelt, dessen Aufgabe es war, erstmalig Erdalkaliborosulfate sowie weitere neue Alkaliborosulfate herzustellen und ihre Struktur aufzuklären. Ferner sollte er geeignet erscheinende Verbindungen mit Seltenerdionen dotieren und bezüglich ihrer optischen Eigenschaften untersuchen. In dieser Masterarbeit lag der Schwerpunkt allerdings auf dem synthetischen Zugang und dem Gewinn erster struktureller und spektroskopischer Erkenntnisse in der noch recht jungen Materialklasse der Borosulfate. Den Highlights dieser Arbeit werde ich im Vorwort nicht vorgreifen, sondern lediglich würdigen, wie gut Peter Gross die synthetisch anspruchsvolle Aufgabe mit Hilfe seiner außergewöhnlich großen synthetischen Kreativität meisterte und die Fülle sehr schöner Ergebnisse in der hier nachfolgenden Arbeit sehr strukturiert und übersichtlich präsentiert.

Augsburg

Henning Höppe

Danksagung

Das Zustandekommen dieser Arbeit ist nicht allein mein Verdienst, es gibt viele Menschen in meinem Umfeld, ohne die dies nicht möglich gewesen wäre, und bei denen ich mich an dieser Stelle bedanken möchte.

Zuallererst gilt mein Dank Prof. Dr. Henning A. Höppe für die Aufnahme in seinen Arbeitskreis am Lehrstuhl für Festkörperchemie, für die Stellung des fesselnden und schönen Themas, für die freundliche und hilfreiche Betreuung, für die mir gewährte Freiheit in der Forschung, die es mir ermöglichte meine eigenen Ideen zu entwickeln, und für die breite Unterstützung auch über die Themen dieser Arbeit hinaus.

Ferner möchte ich mich bei Prof. Dr. Armin Reller vom Lehrstuhl für Ressourcenstrategie für die bereitwillige Übernahme des Zweitgutachtens bedanken.

Mein besonderer Dank gilt Dr. Karolina Kazmierczak für die freundschaftliche Zusammenarbeit, Beratung und Unterstützung in allen Aspekten dieser Arbeit. Ich danke ihr außerdem für ihr offenes Ohr in allen Fragen der Wissenschaft und des Alltags, für die Annahme von verrückten Wetten, und für den Spaß an vielen Arbeitstagen und Feierabenden.

Ich bedanke mich ganz herzlich bei Stephan Jantz, Katharina Förg, Martin Schäfer und den anderen Mitgliedern dieses Arbeitskreises für die fröhliche und produktive Atmosphäre jeden Tag, für unzählige Diskussionen, Ideen und Tipps, und allgemein für die schöne Zeit!

Ich danke Andreas Schaller, Andreas Kalytta-Mewes, Annina Steinbach, Dmytro Denysenko, Tamas Werner und den anderen Mitarbeitern des Arbeitskreises Volkmer sowie Stefan Riegg vom Lehrstuhl für Experimentalphysik V für die gute Atmosphäre am Lehrstuhl für Festkörperchemie und zahlreiche schöne und produktive Gespräche über Chemie und vieles mehr.

Michael Daub vom Lehrstuhl für Anorganische Festkörperchemie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg danke ich für aufschlussreiche Gespräche zum Thema Borosulfate.

Ich danke dem Prüfungsausschuss Master Materials Science für die unkomplizierte Unterstützung in bürokratischen Fragen.

Ich danke der OSRAM AG, Abteilung *R&D TM DP*, für unser gemeinsames Kooperationsprojekt neben meiner Master-Arbeit, welches mir den finanziellen Spielraum gab um diese Arbeit zu vollenden.

Mein wichtigster und letzter Dank gilt meinen Eltern, die mich immer, überall und auf jede erdenkliche Art und Weise unterstützt haben: Danke!

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Verwendete Methoden	5
2.1	Röntgenographische Methoden	5
2.1.1	Einkristalldiffraktometrie	7
2.1.2	Pulverdiffraktometrie	8
2.2	Optische Methoden	10
2.2.1	Infrarotspektroskopie	10
2.2.2	Optische Spektroskopie	11
2.3	Thermische Analyse	12
2.4	Bindungsvaleanzanalyse	13
3	Verbindungsklassen	15
3.1	Borate	15
3.2	Sulfate	17
3.3	Borosulfate	19
3.4	Klassifizierung der Borosulfate und Liebau-Nomenklatur	22
4	Experimenteller Teil	27
4.1	$K_5[B(SO_4)_4]$	27
4.1.1	Einleitung	27
4.1.2	Synthese	28
4.1.3	Kristallstrukturbeschreibung	31
4.1.4	Schwingungsspektroskopie	34

4.2	$K_3[BS_3O_{12}]$	36
4.2.1	Einleitung	36
4.2.2	Synthese	37
4.2.3	Strukturbeschreibung	40
4.2.4	Schwingungsspektroskopie	43
4.3	$K_4[B(SO_4)_3(SO_3OH)]$	44
4.3.1	Einleitung	44
4.3.2	Synthese	45
4.3.3	Einkristallstrukturanalyse	47
4.3.4	Kristallstrukturbeschreibung	59
4.3.5	Bindungsvalenzanalyse	64
4.4	$Ba[B_2S_3O_{13}]$	66
4.4.1	Einleitung	66
4.4.2	Synthese	66
4.4.3	Einkristallstrukturanalyse	67
4.4.4	Kristallstrukturbeschreibung	73
4.4.5	Thermogravimetrische Analyse	77
4.4.6	Schwingungsspektroskopie	79
4.4.7	Optische Spektroskopie	80
5	Zusammenfassung und Ausblick	85
	Literaturverzeichnis	87